

## 明 細 書

## 内燃機関の制御装置および制御方法

## 5 技 術 分 野

本発明は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置および制御方法に関する。

## 10 背 景 技 術

一般に、内燃機関は筒内における混合気の燃焼開始時期（火花点火時期または圧縮着火時期）が遅れると本来のトルクを発生せず、逆に、点火または着火時期を進角させ過ぎるとノッキングが発生してしまう。このため、内燃機関の筒内における燃焼開始時期は、回転数やスロットル開度等に応じて、ノッキングが発生しない範囲で大きなトルクが得られるように適切なタイミング（MBT：Minimum advance for Best Torque）に設定されることが好ましい。このようなMBTを得るための内燃機関の制御装置として、特許文献1は、筒内における燃焼割合に基づいて燃焼開始時期を進角または遅角させる制御装置を開示している。この制御装置において、燃焼割合は、熱発生率に基づいて、あるいは、燃焼割合を求めたい所定のクランク角タイミングを含む3点以上における筒内圧力から求められる。

また、上述のMBTは、ノッキングが発生させてしまう点火または着火時期の近傍にあることから、ノッキングが発生しないようにしながら燃焼開始時期をできる限り進角させることにより、燃焼開始時期をMBTに近づけて内燃機関に大きなトルクを発生させることができる。このようなMBT制御を行う内燃機関の制御装置として、特許文献2は、ノッキングの発生によって筒内における熱発生率が一時的かつ急峻に上昇することを利用した制御装置を開示している。この制御装置は、筒

内圧検出手段によりサンプリングされた筒内圧力から熱発生率を求め、求めた熱発生率が最大となる時点から燃焼完了時までの領域における熱発生率の変化割合に基づいてノッキング寸前の状態にあるか否かを判定する。

上述のような従来の内燃機関の制御装置では、基本的に、筒内圧検出手段より検出された筒内圧を微小な単位クランク角ごとに処理することにより熱発生率が求められる。このため、従来の制御装置における演算負荷は多大なものとなっており、この点から、従来の制御装置を例えば車両用内燃機関等に適用するのは實際上困難となっていた。また、従来の手法により、3点程度の筒内圧力に基づいて燃焼割合を求めたとしても、実用上満足し得る精度のMBT制御は達成され得ない。

10 【特許文献1】 特開平9-189281号公報

【特許文献2】 特開平2-204662号公報

## 発明の開示

15 本発明は、燃焼開始時期の高精度な制御を低負荷で簡易に実行可能とする実用的な内燃機関の制御装置および制御方法を提供する。

本発明による内燃機関の制御装置は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、筒内圧検出手段と、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出する演算手段と、演算手段によつて算出された燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期を補正する補正手段とを備えることを特徴とする。

演算手段は、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出するものであると好ましい。

25 所定のタイミングは、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定された第1のタイミングと、燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定された第2のタイミングとの間に設定

されており、演算手段は、第1のタイミングと第2のタイミングとの間における制御パラメータの差分と、第1のタイミングと所定のタイミングとの間における制御パラメータの差分とに基づいて燃焼割合を算出するものであると好ましい。

本発明による他の内燃機関の制御装置は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、筒内圧検出手段と、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出する演算手段と、演算手段によって算出された熱発生率に基づいて筒内における燃焼開始時期を補正する補正手段とを備えることを特徴とする。

10 演算手段は、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出するものであると好ましい。

また、演算手段は、所定の2点間における制御パラメータの差分に基づいて熱発生率を算出するものであると好ましい。

15 本発明による内燃機関の制御方法は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御方法において、

(a) 筒内圧力を検出するステップと、

(b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出するステップと、

20 (c) ステップ(b)で算出した燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期を補正するステップとを含むものである。

ステップ(b)は、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出することを含むと好ましい。

25 所定のタイミングは、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定された第1のタイミングと、燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定された第2のタイミングとの間に設定されており、ステップ(b)では、第1のタイミングと第2のタイミングとの間に

における制御パラメータの差分と、第1のタイミングと所定のタイミングとの間における制御パラメータの差分とに基づいて燃焼割合を算出すると好ましい。

本発明による他の内燃機関の制御方法は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御方法において、

- 5     (a) 筒内圧力を検出するステップと、  
      (b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出するステップと、  
      (c) ステップ(b)で算出した熱発生率に基づいて筒内における燃焼開始時期を補正するステップとを含むものである。

- 10    ステップ(b)は、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出することを含むと好ましい。

また、ステップ(b)は、所定の2点間における制御パラメータの差分に基づいて熱発生率を算出することを含むと好ましい。

15

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明において用いられる制御パラメータ $P V^κ$ と、燃焼室内における熱発生量との相関を示すグラフである。

- 20    図2は、制御パラメータ $P V^κ$ に基づいて求められる燃焼割合と、熱発生率に基づいて求められる燃焼割合との相関を示すグラフである。

図3は、制御パラメータ $P V^κ$ に基づいて求められる熱発生率と、理論式に従って求められる熱発生率との相関を示すグラフである。

図4は、本発明による内燃機関の概略構成図である。

- 25    図5は、図4の内燃機関における点火時期の制御手順の一例を説明するためのフローチャートである。

図6は、図4の内燃機関における点火時期の制御手順の他の例を説明するための

フローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

- 5 本発明者らは、演算負荷の低減化を図りつつ、内燃機関の筒内における燃焼開始時期（ガソリンエンジンでは点火時期、ディーゼルエンジンでは着火時期）の高精度な制御を可能にするために鋭意研究を重ねた。その結果、本発明者らは、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータに着目するに至った。より詳細には、本発明者らは、クランク角が $\theta$ である際に筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力を $P(\theta)$ とし、クランク角が $\theta$ である際の筒内容積を $V(\theta)$ とし、比熱比を $\kappa$ とした場合に、筒内圧力 $P(\theta)$ と、筒内容積 $V(\theta)$ を比熱比（所定の指数） $\kappa$ で累乗した値 $V^\kappa(\theta)$ との積として得られる制御パラメータ $P(\theta) \cdot V^\kappa(\theta)$ （以下、適宜「 $P V^\kappa$ 」と記す）に着目した。そして、本発明者らは、まず、ク
- 10 ランク角に対する内燃機関の筒内における熱発生量 $Q$ の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ $P V^\kappa$ の変化パターンとが、図1に示されるような相関を有していることを見出した。ただし、図1において、 $-360^\circ$ 、 $0^\circ$ および $360^\circ$ は、上死点に、 $-180^\circ$ および $180^\circ$ は、下死点に対応する。

- 図1において、実線は、所定のモデル気筒において所定の微小クランク角おきに検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の比熱比 $\kappa$ で累乗した値との積である制御パラメータ $P V^\kappa$ をプロットしたものである。また、図1において、破線は、上記モデル気筒における熱発生量 $Q$ を、次の（1）式に基づき、 $Q = \int dQ$ として算出・プロットしたものである。なお、何れの場合も、簡単のために、 $\kappa = 1.32$ とした。

- 25 【数1】

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left\{ \frac{dP}{d\theta} \cdot V + \kappa \cdot P \cdot \frac{dV}{d\theta} \right\} \cdot \frac{1}{\kappa - 1} \quad \cdots (1)$$

図 1 に示される結果からわかるように、クランク角に対する熱発生量  $Q$  の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の変化パターンとは、概ね一致（相似）しており、特に、筒内の混合気の燃焼開始（点火時または着火時）の前後（例えば、図 1 における約  $-180^{\circ}$  から約  $135^{\circ}$  までの範囲）では、熱発生  
 5 量  $Q$  の変化パターンと、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の変化パターンとは極めて良好に一致することがわかる。

本発明の一形態では、このような新たに見出された筒内における熱発生量  $Q$  と制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  との相関を利用し、筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とから算出される制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて、ある 2 点間におけるトータルの熱発生量に対する当該 2 点間の所定のタイミングまでの熱発生量の比である燃焼割合（MFB）が求められる。ここで、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて筒内における燃焼割合を算出すれば、高負荷な演算処理を要することなく筒内における燃焼割合を精度よく得ることができる。  
 すなわち、図 2 に示されるように、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて求められる燃  
 15 焼割合（同図における実線参照）は、熱発生率に基づいて求められる燃焼割合（同図における破線参照）とほぼ一致する。

図 2 において、実線は、上述のモデル気筒においてクランク角  $= \theta$  となるタイミングにおける燃焼割合を、次の（2）式に従うと共に、検出した筒内圧力  $P(\theta)$  に基づいて算出し、プロットしたものである。ただし、簡単のために、 $\kappa = 1.3$   
 20 2 とした。

【数 2】

$$MFB = \frac{P(\theta) \cdot V^{\kappa}(\theta) - P(-120^{\circ}) \cdot V^{\kappa}(-120^{\circ})}{P(120^{\circ}) \cdot V^{\kappa}(120^{\circ}) - P(-120^{\circ}) \cdot V^{\kappa}(-120^{\circ})} \times 100 \quad (\%) \quad \cdots (2)$$

また、図 2 において、破線は、上述のモデル気筒においてクランク角  $= \theta$  となるタイミングにおける燃焼割合を、上記（1）式および次の（3）式に従うと共に、検出した筒内圧力  $P(\theta)$  に基づいて算出し、プロットしたものである。この場合も、簡単のために、 $\kappa = 1.32$  とした。

## 【数 3】

$$\text{燃焼割合} = \frac{\int_{-120^{\circ}}^{\theta} dQ}{\int_{-120^{\circ}}^{120^{\circ}} dQ} \quad \dots (3)$$

そして、本発明の一形態では、筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とから算出される制御パラメータ  $P V^{\kappa}$

5 に基づいて求められた燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期（火花点火時期または圧縮着火時期）が補正される。すなわち、最適な燃焼開始時期（M B T）における燃焼割合は、実験的、経験的に求めることができるので、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて求められた燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期を補正することにより、筒内における燃焼開始時期を低  
10 負荷で簡易に最適化することが可能となり、ノッキングが発生しないようにしつつ内燃機関から大きなトルクを得ることができる。

また、燃焼開始時期の制御に際しては、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定されたクランク角  $= \theta_1$  となる第 1 のタイミングと、燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定されたクランク角  $= \theta_2$  となる第 2 のタイミングとの間の所定のタイミング  
15 における燃焼割合が算出されると好ましい。この場合、当該所定のタイミングにおけるクランク角を  $\theta_0$  とすると、クランク角  $= \theta_0$  となる当該所定のタイミングにおける燃焼割合（M F B）は、第 1 のタイミングと上記所定のタイミングとの間における制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の差分  $\{P(\theta_0) \cdot V^{\kappa}(\theta_0) - P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)\}$  を、第 1 のタイミングと第 2 のタイミングとの間における制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の差分  $\{P(\theta_2) \cdot V^{\kappa}(\theta_2) - P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)\}$  で除して  
20 100 を乗じることにより得ることができる。これにより、3 点において検出した筒内圧力に基づいて精度よく燃焼割合を求めることが可能となり、演算負荷を大幅に低減させつつ、筒内における燃焼開始時期を最適化することが可能となる。

本発明の他の形態では、上述の筒内における熱発生量  $Q$  と制御パラメータ  $P V^{\kappa}$   
25 との相関を利用し、筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力と、当該筒内圧力

の検出時における筒内容積とから算出される制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて熱発生率  $d(P V^{\kappa})$  が求められる。すなわち、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  を用いれば、任意のタイミング（クランク角  $= \theta$  となるタイミング）における熱発生率は、所定の2点間（微小クランク角  $\delta$  間）における制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の差分として、すなわち、

【数4】

$$d(PV^{\kappa}) = \frac{1}{\delta} \{P(\theta + \delta) \cdot V^{\kappa}(\theta + \delta) - P(\theta) \cdot V^{\kappa}(\theta)\} \quad \cdots (4)$$

として表される。

ここで、図3において、実線は、上述のモデル気筒においてクランク角  $= \theta$  となるタイミングにおける  $d(P V^{\kappa})$  を筒内圧力  $P(\theta)$  に基づいて算出し、プロットしたものである。ただし、簡単のために、 $\kappa = 1.32$  とし、 $\delta = 1^{\circ}$  (1 CA) とした。また、図3において、破線は、上述のモデル気筒においてクランク角  $= \theta$  となるタイミングにおける熱発生率を、上記(1)式に従うと共に筒内圧力  $P(\theta)$  に基づいて算出し、プロットしたものである。この場合も、簡単のために、 $\kappa = 1.32$  とした。図3からわかるように、クランク角に対する  $d(P V^{\kappa})$  の変化パターン（同図における実線参照）は、(1)式に基づいて求められる熱発生率のクランク角に対する変化パターン（同図における破線参照）とほぼ一致（相似）している。従って、制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  を用いれば、筒内における熱発生率を高負荷な演算処理を要することなく精度よく把握することができる。

そして、この形態では、筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とから算出される制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  に基づいて求められた熱発生率としての  $d(P V^{\kappa})$  に基づいて、筒内における燃焼開始時期（火花点火時期または圧縮着火時期）が補正される。すなわち、大トルクを発生させるための最適な燃焼開始時期（MBT）は、ノッキングを発生させてしまう点火または着火時期の近傍にあるが、ノッキングが発生すると、筒内における熱発生率が一時的かつ急峻に上昇した後、急激に低下する（燃焼が早期終了する）こと



が知られている。従って、制御パラメータ  $P V^*$  に基づいて熱発生率としての  $d(P V^*)$  を求めると共に、 $d(P V^*)$  から把握されるノッキングの発生状態に応じて筒内における燃焼開始時期を補正することにより、筒内における燃焼開始時期を低負荷で簡易に最適化することが可能となり、ノッキングが発生しないようにしつつ内燃機関から大きなトルクを得ることができる。

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について具体的に説明する。

図4は、本発明による内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、シリンダブロック2に形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4を往復移動させることにより動力を発生するものである。内燃機関1は多気筒エンジンとして構成されると好ましく、本実施形態の内燃機関1は、例えば4気筒エンジンとして構成される。

各燃焼室3の吸気ポートは、吸気管（吸気マニホールド）5にそれぞれ接続され、各燃焼室3の排気ポートは、排気管（排気マニホールド）6にそれぞれ接続されている。また、内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気弁  $V_i$  および排気弁  $V_e$  が燃焼室3ごとに配設されている。各吸気弁  $V_i$  は、対応する吸気ポートを開閉し、各排気弁  $V_e$  は、対応する排気ポートを開閉する。各吸気弁  $V_i$  および各排気弁  $V_e$  は、例えば、可変バルブタイミング機能を有する動弁機構（図示省略）によって動作させられる。更に、内燃機関1は、気筒数に応じた数の点火プラグ7を有し、点火プラグ7は、対応する燃焼室3内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

吸気管5は、図4に示されるように、サージタンク8に接続されている。サージタンク8には、給気ラインL1が接続されており、給気ラインL1は、エアクリーナ9を介して図示されない空気取入口に接続されている。そして、給気ラインL1の中途（サージタンク8とエアクリーナ9との間）には、スロットルバルブ（本実施形態では、電子制御式スロットルバルブ）10が組み込まれている。一方、排気管6には、図4に示されるように、三元触媒を含む前段触媒装置11aおよびNO

x吸蔵還元触媒を含む後段触媒装置 1 1 b が接続されている。

更に、内燃機関 1 は、複数のインジェクタ 1 2 を有し、各インジェクタ 1 2 は、図 4 に示されるように、対応する吸気管 5 の内部（吸気ポート内）に臨むように配置されている。各インジェクタ 1 2 は、各吸気管 5 の内部にガソリン等の燃料を噴射する。なお、本実施形態の内燃機関 1 は、いわゆるポート噴射式のガソリンエンジンとして説明されるが、これに限られるものではなく、本発明がいわゆる直噴式内燃機関に適用され得ることはいうまでもない。また、本発明が、ガソリンエンジンだけではなく、ディーゼルエンジンにも適用され得ることはいうまでもない。

上述の各点火プラグ 7、スロットルバルブ 1 0、各インジェクタ 1 2 および動弁機構等は、内燃機関 1 の制御装置として機能する ECU 2 0 に電氣的に接続されている。ECU 2 0 は、何れも図示されない CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、記憶装置等を含むものである。ECU 2 0 には、図 4 に示されるように、内燃機関 1 のクランク角センサ 1 4 を始めとした各種センサが電氣的に接続されている。ECU 2 0 は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ 7、スロットルバルブ 1 0、インジェクタ 1 2、動弁機構等を制御する。また、内燃機関 1 は、半導体素子、圧電素子あるいは光ファイバ検出素子等を含む筒内圧センサ（筒内圧検出手段） 1 5 を気筒数に応じた数だけ有している。各筒内圧センサ 1 5 は、対応する燃焼室 3 内に受圧面が臨むようにシリンダヘッドに配設されており、ECU 2 0 に電氣的に接続されている。各筒内圧センサ 1 5 は、対応する燃焼室 3 における筒内圧力を検出し、検出値を示す信号を ECU 2 0 に与える。

次に、図 5 を参照しながら、上述の内燃機関 1 における燃焼開始時期すなわち点火時期の制御手順について説明する。

内燃機関 1 が始動された後、アイドル状態からアイドルオフ状態に移行すると、図 5 に示されるように、ECU 2 0 は、クランク角センサ 1 4 からの信号に基づいて機関回転数を取得すると共に、吸入空気量に基づいて内燃機関 1 の負荷を取得する（S 1 0）。内燃機関 1 の回転数および負荷を取得すると、ECU 2 0 は、各燃

焼室 3 における燃焼開始時期、すなわち、各点火プラグ 7 による点火時期の制御に必要な筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角  $\theta_1$  および  $\theta_2$  を決定する。本実施形態では、筒内圧の検出タイミング（クランク角  $\theta_1$  および  $\theta_2$ ）を機関回転数および負荷に応じて規定するマップ（3次元マップ）が予め用意されている。ECU 20 は、このマップから、S 10 で取得した内燃機関 1 の回転数および負荷に対応したクランク角  $\theta_1$  および  $\theta_2$  を読み出す（S 12）。

当該マップにおいて、筒内圧の検出タイミングを規定する一方のクランク角  $\theta_1$  は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前（点火前）の値（例えば  $-60^\circ$ ）として定められる。クランク角  $\theta_1$  は、各燃焼室 3 内において燃焼が開始される時点（点火時）よりも十分に前のタイミングに設定されると好ましい。また、当該マップにおいて、筒内圧の検出タイミングを規定する他方のクランク角  $\theta_2$  は、燃焼開始（点火）の後かつ排気弁開弁前の値（例えば  $90^\circ$ ）として定められる。クランク角  $\theta_2$  は、燃焼室 3 内における混合気の燃焼が概ね完了したタイミングに設定されると好ましい。

S 12 の処理の後、ECU 20 は、点火制御用ベースマップに従って、各点火プラグ 7 による点火を実行させる（S 14）。また、ECU 20 は、クランク角センサ 14 からの信号に基づいて内燃機関 1 のクランク角をモニタしている。そして、S 14 において各点火プラグ 7 に混合気の点火を実行させるのと前後して、ECU 20 は、クランク角  $= \theta_1$  となる第 1 のタイミング、クランク角  $= \theta_2$  となる第 2 のタイミング、更には、第 1 のタイミングと第 2 のタイミングとの間に予め定められており、クランク角  $= \theta_0$ （ただし、 $\theta_1 < \theta_0 < \theta_2$ ）となる所定のタイミングになると、筒内圧センサ 15 からの信号に基づいて、燃焼室 3 ごとに、クランク角が  $\theta_1$ 、 $\theta_0$  および  $\theta_2$  となる時の筒内圧力  $P(\theta_1)$ 、 $P(\theta_0)$  および  $P(\theta_2)$  を求める。本実施形態において、第 1 のタイミングと第 2 のタイミングとの間の所定のタイミングは、燃焼割合がほぼ 50% になることが実験的、経験的に知られているクランク角が  $\theta_0 = 8^\circ$ （上死点后  $8^\circ$ ）となるタイミングに設定されている。なお、燃料割合がおよそ 50% となるクランク角は、内燃機関の冷却損失

によって変化するものであり、機種によって上死点后  $8^\circ$  から多少前後する。また、成層燃焼運転が実行される場合や、ディーゼルエンジンの場合、それぞれに応じた最適燃焼開始時期 (MBT) を求めればよく、その MBT における燃焼割合は容易に算出することができる。

- 5 S 1 4 における点火制御および第 2 のタイミングにおける筒内圧力の検出が完了した時点で、ECU 20 は、筒内圧力  $P(\theta_1)$  と、筒内圧力  $P(\theta_1)$  の検出時、すなわち、クランク角が  $\theta_1$  となる時の筒内容積  $V(\theta_1)$  を比熱比  $\kappa$  (本実施形態では、 $\kappa = 1.32$ ) で累乗した値との積である制御パラメータ  $P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)$  を燃焼室 3 ごとに算出している。また、この時点で、ECU 20 は
- 10 、筒内圧力  $P(\theta_0)$  と、クランク角が  $\theta_0$  となる時の筒内容積  $V(\theta_0)$  を比熱比  $\kappa$  で累乗した値との積である制御パラメータ  $P(\theta_0) \cdot V^\kappa(\theta_0)$ 、および、筒内圧力  $P(\theta_2)$  と、クランク角が  $\theta_2$  となる時の筒内容積  $V(\theta_2)$  を比熱比  $\kappa$  で累乗した値との積である制御パラメータ  $P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2)$  を燃焼室 3 ごとに算出している。なお、 $V^\kappa(\theta_1)$ 、 $V^\kappa(\theta_0)$  および  $V^\kappa(\theta_2)$ 、
- 15 の値は、予め算出された上で記憶装置に記憶されている。

そして、ECU 20 は、クランク角が  $\theta_1$ 、 $\theta_0$  および  $\theta_2$  となる時の制御パラメータ  $P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)$ 、 $P(\theta_0) \cdot V^\kappa(\theta_0)$  および  $P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2)$  を用いてクランク角が  $\theta_0$  となるタイミングにおける燃焼割合 MFB を、

20 【数 5】

$$MFB = \frac{P(\theta_0) \cdot V^\kappa(\theta_0) - P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)}{P(\theta_2) \cdot V^\kappa(\theta_2) - P(\theta_1) \cdot V^\kappa(\theta_1)} \times 100(\%) \quad \cdots (5)$$

- として算出する (S 1 6)。これにより、燃焼室 3 ごとに、クランク角が  $\theta_1$ 、 $\theta_0$  および  $\theta_2$  となる 3 点において検出された筒内圧力から精度よく燃焼割合 MFB が求められることになる。本実施形態では、燃焼室 3 ごとに燃焼割合 MFB が求
- 25 められた後、全燃焼室 3 の燃焼割合 MFB の平均値が算出される。

S 1 6 にて燃焼割合 MFB の平均値を算出すると、ECU 20 は、求めた燃焼割

合MFBの平均値から50を減じた値の絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$  (正の所定値)を下回っているか否か判定する(S18)。すなわち、S18では、S16にて算出されたクランク角が $\theta_0 = 8^\circ$ となる時の燃焼割合MFBの平均値と、クランク角が $\theta_0 = 8^\circ$ となる時の燃焼割合の理論値(目標値)50(%)との偏差が求められる。更に、S18では、当該偏差が閾値 $\varepsilon$ を下回っているか否か、および、当該偏差が $-\varepsilon$ を上回っているか否かが判定される。

ここで、本実施形態の内燃機関1では、点火制御用ベースマップとして比較的ラフに適合されたものが用意されている。このため、内燃機関1の稼動時間が比較的短い場合には、S18の判定処理において、絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ 以上であると判断されることが多くなる。S18にて、絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ 以上になっていると判断した場合、ECU20は、S16にて算出された燃焼割合MFBの平均値と目標値(50%)との偏差(MFB-50)に応じて、すなわち、偏差(MFB-50)がゼロになるように、各点火プラグ7による点火時期の補正量(進角量または遅角量)を算出する(S20)。

S20において、ECU20は、S16にて算出された燃焼割合MFBの平均値と目標値との偏差(MFB-50)が負の値になっている場合、当該偏差(MFB-50)に応じた点火時期の進角量を設定する。また、S20において、ECU20は、偏差(MFB-50)が正の値になっている場合、当該偏差(MFB-50)に応じた点火時期の遅角量を設定する。これにより、制御パラメータPV\*に基づいて求められた燃焼割合MFB(平均値)が目標値と一致するように各点火プラグ7による点火時期(燃焼開始時期)が補正されることになる。この結果、各点火プラグ7による点火時期を低負荷で簡易に最適化することが可能となり、ノッキングが発生しないようにしつつ内燃機関1から大きなトルクを得ることができる。

S20の処理後、ECU20は、S10に戻り、S10およびS12における処理を実行した後、点火制御用ベースマップに従うと共に、S20にて設定した点火時期の補正量を踏まえながら(加減算しながら)、各点火プラグ7に混合気の点火を実行させる(S14)。また、ECU20は、S14において各点火プラグ7に

混合気の点火を実行させるのと前後して、クランク角が $\theta_1$ 、 $\theta_0$ および $\theta_2$ となるタイミングになると、筒内圧センサ15からの信号に基づいて、燃焼室3ごとに、筒内圧力 $P(\theta_1)$ 、 $P(\theta_0)$ および $P(\theta_2)$ を求め、更に、クランク角が $\theta_0$ となるタイミングにおける燃焼割合MFB（平均値）を算出する（S16）。

5     そして、ECU20は、S18にて、求めた燃焼割合MFBの平均値から50を減じた値の絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ （正の所定値）を下回っているか否か再度判定する。この段階で、絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ 以上になっていると判断した場合、ECU20は、S20にて各点火プラグ7による点火時期の補正量を設定し、S10以降の処理を繰り返す。

10     一方、S18にて、絶対値 $|MFB - 50|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ を下回っていると判断した場合、ECU20は、点火制御用ベースマップを更新するための所定の条件が満たされているか否か判定する（S22）。S22にて肯定判断を行った場合、ECU20は、各点火プラグ7による今回の点火前にS20で設定された補正量に基づいて点火制御用ベースマップを更新する（S24）。これにより、点火制御用  
15     ベースマップが初期状態において比較的ラフに適合されたものであっても、内燃機関1の稼動時間が長期化していくにつれて、当該点火制御用ベースマップは、内燃機関1の運転状態や周囲環境等に応じて更新されていくことになる。従って、内燃機関1では、点火制御用ベースマップの適合に要するコストを低減させることが可能となると共に、点火制御用ベースマップを用いた点火時期制御自体の精度を向上  
20     させていくことができる。

図6は、上述の内燃機関1において実行され得る他の点火時期制御手順（燃焼開始時期制御手順）を説明するためのフローチャートである。

図6に従って各点火プラグ7による点火時期が制御される場合、内燃機関1の始動後にアイドル状態からアイドルオフ状態に移行すると、ECU20は、クランク  
25     角センサ14からの信号に基づいて機関回転数を取得すると共に、吸入空気量に基づいて内燃機関1の負荷を取得する（S30）。内燃機関1の回転数および負荷を取得すると、ECU20は、各燃焼室3における燃焼開始時期、すなわち、各点火

プラグ7による点火時期の制御に必要な筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角 $\theta_1$  および $\theta_2$  と閾値 $\gamma$ とを決定する。

この実施形態では、筒内圧の検出タイミング（クランク角 $\theta_1$  および $\theta_2$ ）並びに閾値 $\gamma$ を機関回転数および負荷に応じて規定するマップが予め用意されており、

- 5 ECU20は、このマップから、S10で取得した内燃機関1の回転数および負荷に対応したクランク角 $\theta_1$  および $\theta_2$  並びに閾値 $\gamma$ を読み出す（S32）。当該マップにおいて、筒内圧の検出タイミングを規定する一方のクランク角 $\theta_1$  は、実験的、経験的にノッキングが発生しやすい領域前の値（例えば $15^\circ$ ）として定められる。また、当該マップにおいて、筒内圧の検出タイミングを規定する他方のクランク角 $\theta_2$  は、実験的、経験的にノッキングが発生しやすい上記領域後の値（例えば $20^\circ$ ）として定められている。

- S32の処理の後、ECU20は、点火制御用ベースマップに従って、各点火プラグ7による点火を実行させる（S34）。また、ECU20は、クランク角センサ14からの信号に基づいて内燃機関1のクランク角をモニタしており、クランク角が $\theta_1$  となる第1のタイミングになると、その時の筒内圧力 $P(\theta_1)$ を求め、当該第1のタイミングから微小クランク角 $\delta$ （例えば、 $\delta = 1^\circ$ 〔1CA〕）だけ進んだタイミングになると、その時の筒内圧力 $P(\theta_1 + \delta)$ を求める。その後、ECU20は、クランク角が $\theta_2$  となる第2のタイミングになると、その時の筒内圧力 $P(\theta_2)$ を求め、当該第2のタイミングから微小クランク角 $\delta$ （例えば、 $\delta = 1^\circ$ 〔1CA〕）だけ進んだタイミングになると、その時の筒内圧力 $P(\theta_2 + \delta)$ を求める。

- このようにして検出される4点の筒内圧力 $P(\theta_1)$ 、 $P(\theta_1 + \delta)$ 、 $P(\theta_2)$  および $P(\theta_2 + \delta)$  から、ECU20は、クランク角が $\theta_1$  となる第1のタイミングにおける熱発生率を示す $d(PV^*)_1$  と、クランク角が $\theta_2$  となる第2のタイミングにおける熱発生率を示す $d(PV^*)_2$  とを燃焼室3ごとに求める。上述のように、制御パラメータ $PV^*$  を用いれば、クランク角が $\theta_1$  または $\theta_2$  となるタイミングにおける熱発生率は、所定の2点間（微小クランク角 $\delta$ 間）におけ

る制御パラメータ  $P V^{\kappa}$  の差分として、すなわち、

【数 6】

$$d(PV^{\kappa})_1 = \frac{1}{\delta} \{P(\theta_1 + \delta) \cdot V^{\kappa}(\theta_1 + \delta) - P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)\} \quad \cdots (6)$$

【数 7】

$$5 \quad d(PV^{\kappa})_2 = \frac{1}{\delta} \{P(\theta_2 + \delta) \cdot V^{\kappa}(\theta_2 + \delta) - P(\theta_2) \cdot V^{\kappa}(\theta_2)\} \quad \cdots (7)$$

として、高負荷な演算処理を要することなく精度よく求められる（ただし、本実施形態では、 $\kappa = 1.32$  とされる）。なお、 $V^{\kappa}(\theta_1)$ 、 $V^{\kappa}(\theta_1 + \delta)$ 、 $V^{\kappa}(\theta_2)$  および  $V^{\kappa}(\theta_2 + \delta)$  の値は、予め算出された上で記憶装置に記憶されている。

- 10 更に、ECU 20 は、クランク角が  $\theta_2$  となる第 2 のタイミングにおける熱発生率  $d(PV^{\kappa})_2$  とクランク角が  $\theta_1$  となる第 1 のタイミングにおける熱発生率  $d(PV^{\kappa})_1$  との偏差  $\Delta dQ$  を、

$$\Delta dQ = d(PV^{\kappa})_2 - d(PV^{\kappa})_1$$

- として燃焼室 3 ごとに算出すると共に、偏差  $\Delta dQ$  の全燃焼室 3 についての平均値  $\Delta dQ_{av}$  を算出する。そして、ECU 20 は、S 36 にて求めた偏差  $\Delta dQ$  の平均値  $\Delta dQ_{av}$  と S 32 にて読み出した閾値  $\gamma$  とを比較する（S 38）。ここで、燃焼室 3 においてノッキングが発生すると、燃焼室 3 における熱発生率が一時的かつ急峻に上昇した後、急激に低下する（燃焼が早期終了する）ことが知られている。このような現象を考慮して、内燃機関 1 の ECU 20 は、S 12 で設定された第 20 1 のタイミング（クランク角 =  $\theta_1$ ）と第 2 のタイミング（クランク角 =  $\theta_2$ ）との間における熱発生率の変化量すなわち偏差  $\Delta dQ$  の平均値  $\Delta dQ_{av}$  が所定の閾値  $\gamma$  を上回った場合、燃焼室 3 においてノッキングが発生したと判断し、偏差  $\Delta dQ$  の平均値  $\Delta dQ_{av}$  が所定の閾値  $\gamma$  以下である場合、燃焼室 3 においてノッキングが発生していないと判断する。

- 25 S 38 において、偏差  $\Delta dQ$  の平均値  $\Delta dQ_{av}$  が所定の閾値  $\gamma$  以下であり、燃



焼室 3 においてノッキングが発生していないと判断した場合、ECU 20 は、S 40 において、予め定められた点火時期の進角量、または、S 38 にて算出された平均値  $\Delta d Q a v$  に応じた各点火プラグ 7 による点火時期の進角量を設定する。これにより、各燃焼室 3 における燃焼開始時期、すなわち、各点火プラグ 7 による点火時期をノッキングが発生しやすい領域付近までできるだけ近づけることが可能となる。

このように、制御パラメータ  $P V^*$  に基づいて熱発生率を示す  $d(P V^*)$  を求めると共に、熱発生率を示す  $d(P V^*)$  の変化量（偏差  $\Delta d Q$  または平均値  $\Delta d Q a v$ ）から把握されるノッキングの発生状態に応じて各点火プラグ 7 による点火時期（燃焼開始時期）を補正することにより、各点火プラグ 7 による点火時期を低負荷で簡易に最適化することが可能となり、ノッキングが発生しないようにしつつ内燃機関から大きなトルクを得ることができる。S 40 の処理後、ECU 20 は、S 30 に戻り、S 30 および S 32 における処理を実行した後、点火制御用ベースマップに従うと共に、S 40 にて設定した点火時期の進角量を踏まえながら（加減算しながら）、各点火プラグ 7 に混合気の点火を実行させる（S 34）。

一方、S 38 において、偏差  $\Delta d Q$  の平均値  $\Delta d Q a v$  が所定の閾値  $\gamma$  を上回っており、燃焼室 3 においてノッキングが発生していると判断した場合、ECU 20 は、図示されないカウンタを 1 だけインクリメントする（S 42）。その後、ECU 20 は、当該カウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えているか否かを判定する（S 44）。ECU 20 は、S 44 にてカウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えたと判断した場合、すなわち、ノッキングの発生回数が当該閾値を超えたと判断した場合、予め定められた点火時期の遅角量を設定すると共に、カウンタをリセットする（S 46）。これにより、各点火プラグ 7 による点火時期を過剰に進角させてしまうことを防止して、ノッキングの発生を抑制することが可能となる。S 46 の処理後、ECU 20 は、S 30 に戻り、S 30 以降の一連の処理を繰り返す。また、ECU 20 は、S 44 にてカウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えていないと判断した場合、すなわち、ノッキングの発生

回数が当該閾値を超えていないと判断した場合、S 4 0 にて、点火時期の進角量を設定する。これにより、ノッキングの発生が許容範囲内にある場合は、各点火プラグ 7 による点火時期を更に進角させて、内燃機関 1 から大きなトルクを得ることができる。

- 5      なお、図 6 の例では、S 3 6 にて第 1 のタイミング（クランク角＝ $\theta_1$ ）と第 2 のタイミング（クランク角＝ $\theta_2$ ）との間における熱発生率を示す  $d(PV^*)$  の偏差  $\Delta dQ$  を求め、S 3 8 にて、偏差  $\Delta dQ$  の平均値  $\Delta dQ_{av}$  と所定の閾値  $r$  とを比較することにより、ノッキングの発生の有無を判断しているが、これに限られるものではない。すなわち、ノッキングの発生の有無は、所定のタイミング（1 点
- 10    ）における熱発生率を示す  $d(PV^*)$  と所定の閾値とを比較することによっても判断することが可能であり、ある 1 点における熱発生率を示す  $d(PV^*)$  が所定の閾値を上回った場合に、ノッキングが発生したと判断してもよい。また、S 4 6 では、点火時期の遅角量が設定される代わりに、点火時期が例えば前回または前々回の値に保持されてもよい。

15

#### 産業上の利用可能性

本発明は、燃焼開始時期の高精度な制御を低負荷で簡易に実行可能とする実用的な内燃機関の制御装置および制御方法の実現に有用である。

20

## 請求の範囲

1. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

5 筒内圧検出手段と、

前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出する演算手段と、

10 前記演算手段によって算出された燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期を補正する補正手段とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

2. 前記演算手段は、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御  
15 パラメータに基づいて前記所定のタイミングにおける燃焼割合を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

3. 前記所定のタイミングは、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定された第 1 の  
20 タイミングと、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定された第 2 のタイミングとの間に設定されており、前記演算手段は、前記第 1 のタイミングと前記第 2 のタイミングとの間における前記制御パラメータの差分と、前記第 1 のタイミングと前記所定のタイミングとの間における前記制御パラメータの差分とに基づいて前記燃焼割合を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

25 4. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

筒内圧検出手段と、

前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出する演算手段と、

- 前記演算手段によって算出された熱発生率に基づいて筒内における燃焼開始時期を補正する補正手段とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。
- 5

5. 前記演算手段は、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて前記所定のタイミングにおける熱発生率を算出することを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の制御装置。
- 10

6. 前記演算手段は、所定の2点間における前記制御パラメータの差分に基づいて前記熱発生率を算出することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

15

7. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御方法において、

- (a) 筒内圧を検出するステップと、
- (b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける燃焼割合を算出するステップと、
- (c) ステップ(b)で算出した燃焼割合が目標値と一致するように筒内における燃焼開始時期を補正するステップとを含む内燃機関の制御方法。
- 20

8. ステップ(b)は、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて前記所定のタイミングにおける燃焼割合を算出することを含む請求項7に記載の内燃機関の制御方法。
- 25

9. 前記所定のタイミングは、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定された第1のタイミングと、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定された第2のタイミングとの間に設定されており、ステップ(b)では、前記第1のタイミングと前記第2のタイミングとの間における前記制御パラメータの差分と、前記第1のタイミングと前記所定のタイミングとの間における前記制御パラメータの差分とに基づいて前記燃焼割合を算出することを特徴とする請求項8に記載の内燃機関の制御方法。

10. 燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御方法において、

(a) 筒内圧力を検出するステップと、

(b) ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて所定のタイミングにおける熱発生率を算出するステップと、

(c) ステップ(b)で算出した熱発生率に基づいて筒内における燃焼開始時期を補正するステップとを含む内燃機関の制御方法。

11. ステップ(b)は、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータに基づいて前記所定のタイミングにおける熱発生率を算出することを含む請求項10に記載の内燃機関の制御方法。

12. ステップ(b)は、所定の2点間における前記制御パラメータの差分に基づいて前記熱発生率を算出することを含む請求項11に記載の内燃機関の制御方法。

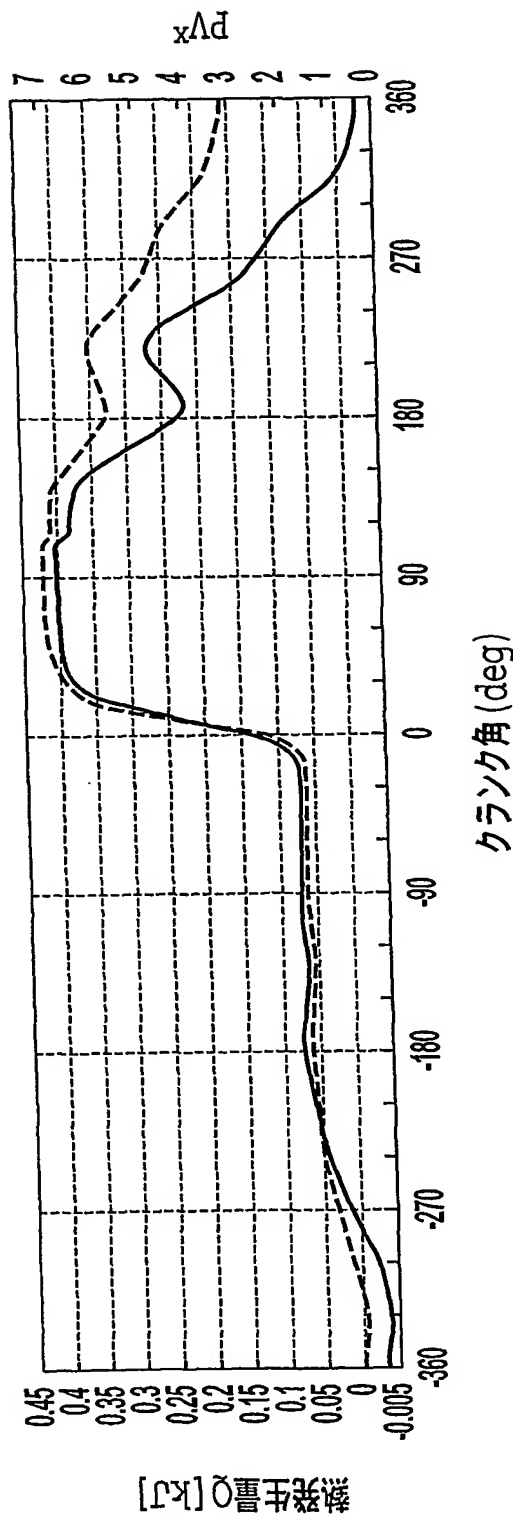


FIG.1

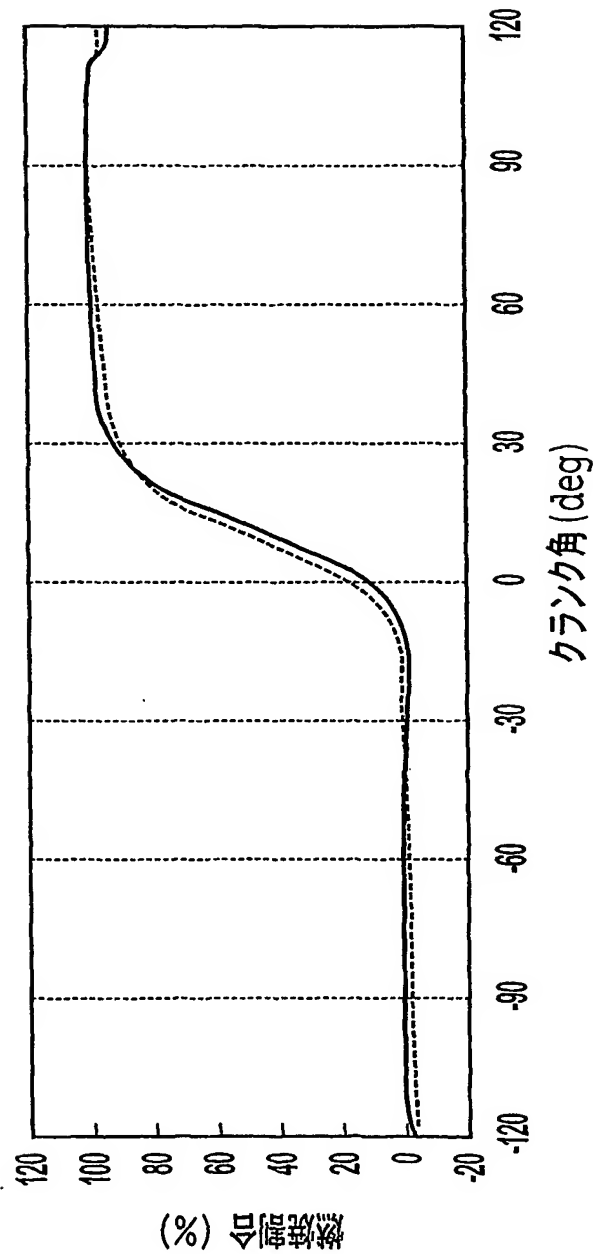


FIG.2

3/6

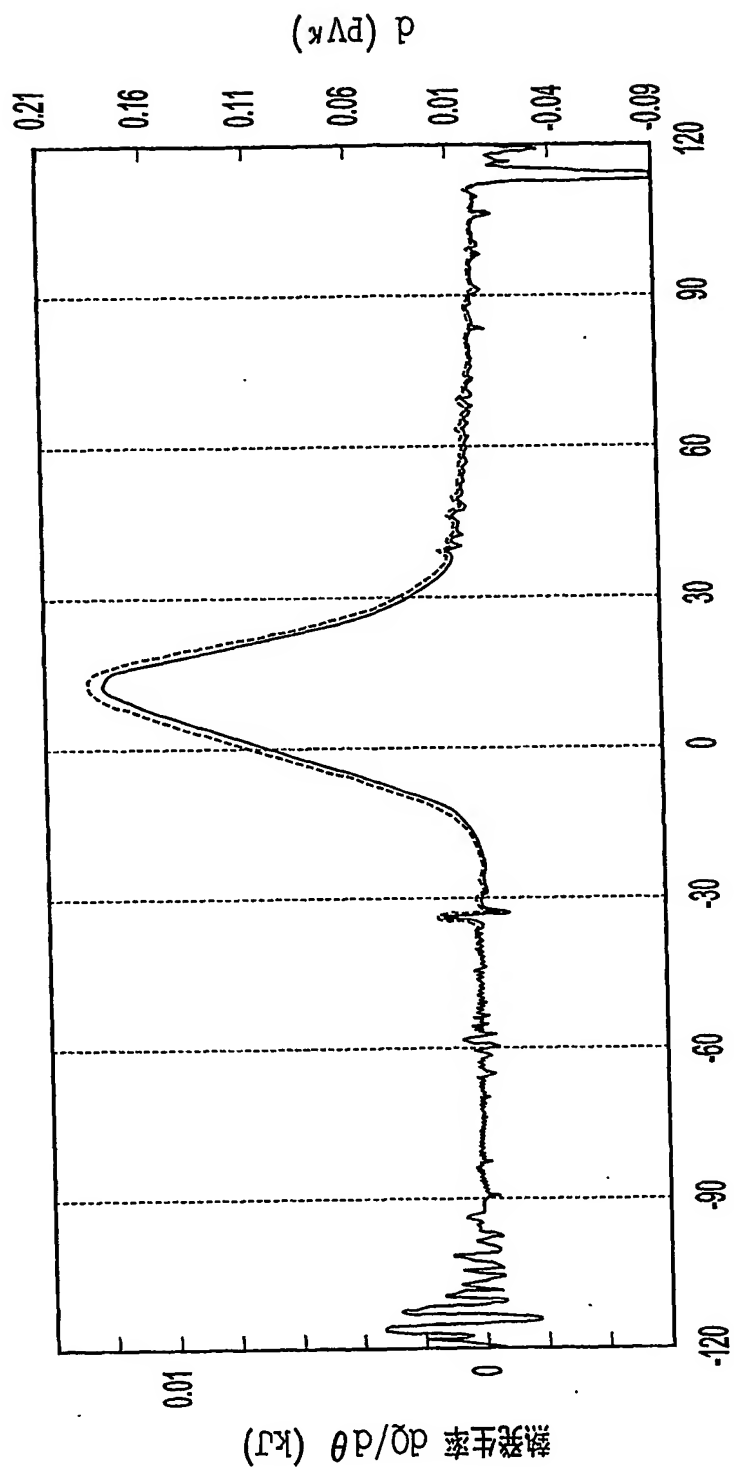


FIG.3



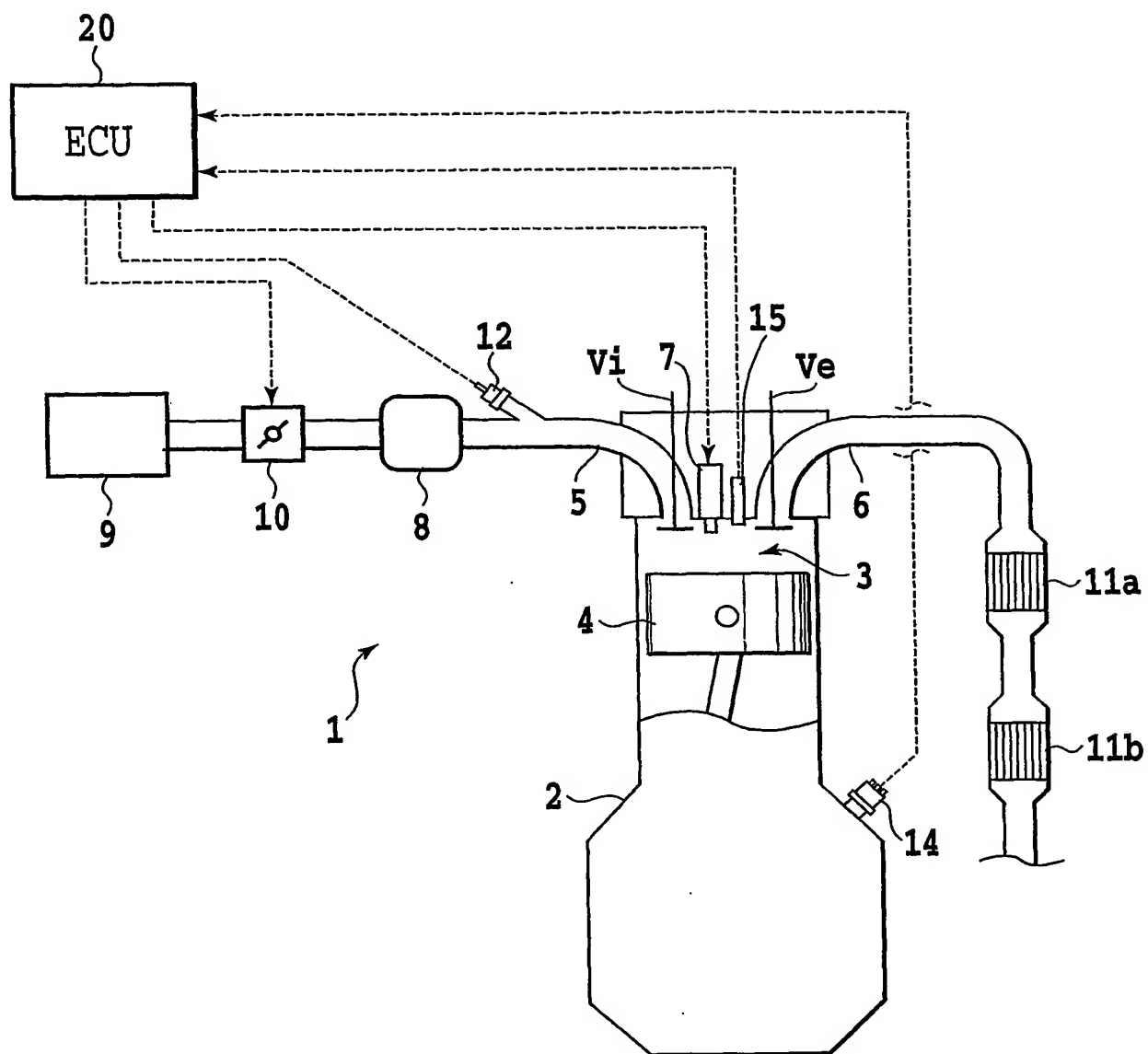


FIG.4

5/6

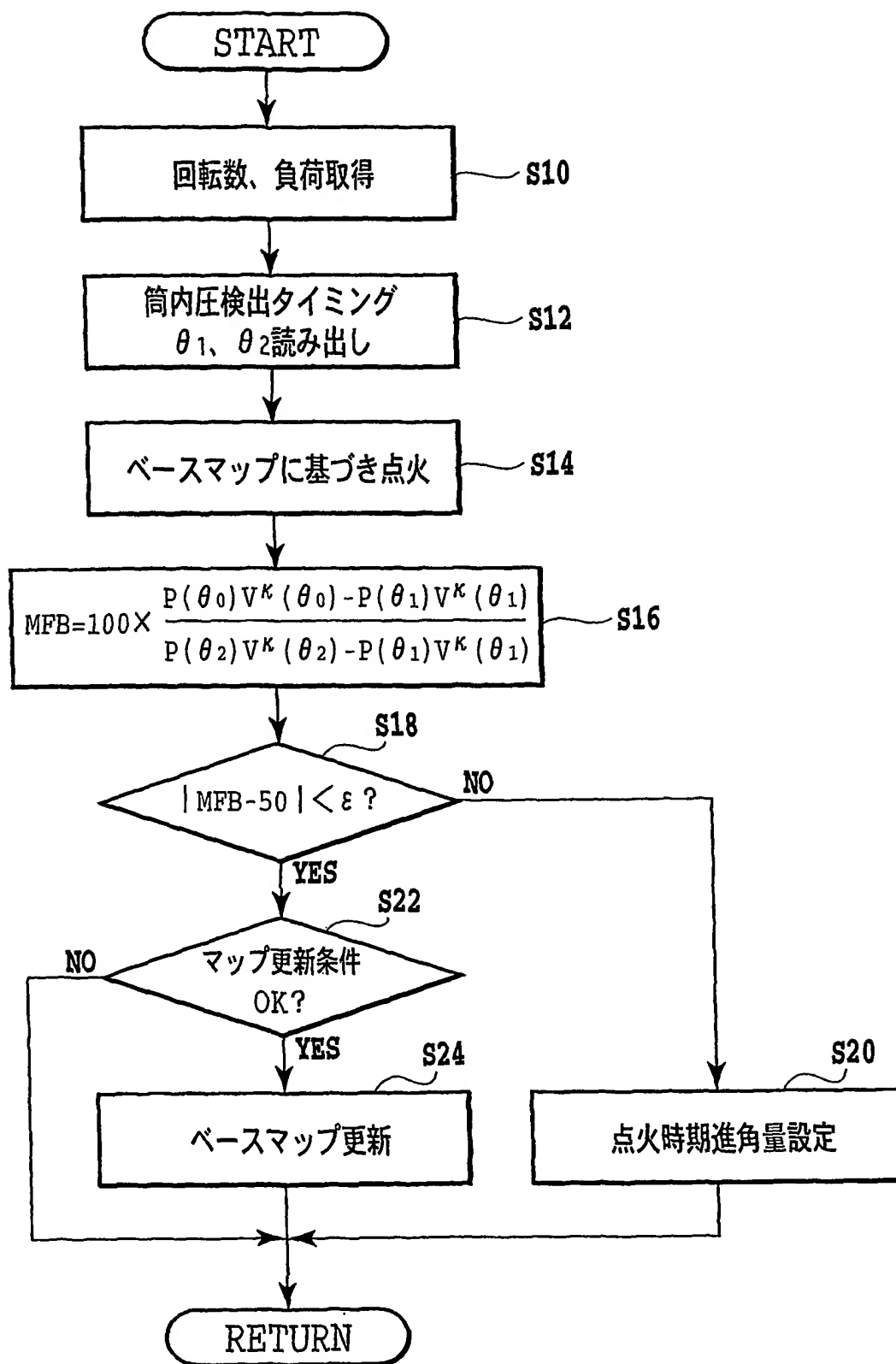


FIG.5

6/6

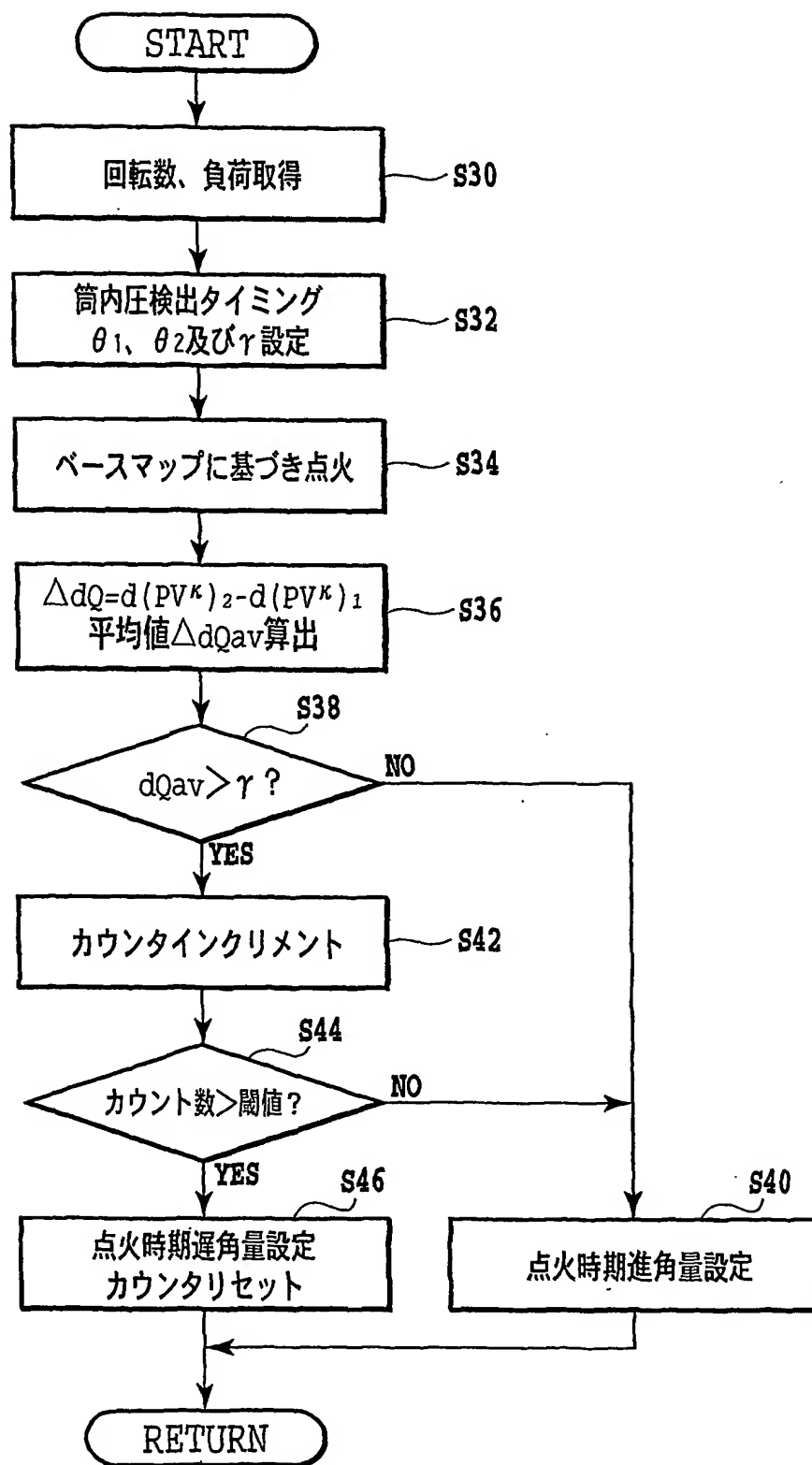


FIG.6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010076

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-42607 A (Suzuki Motor Corp.), 10 February, 1995 (10.02.95), Page 4, right column, line 37 to page 6, right column, line 26 (Family: none)	1, 2, 4-8, 10-12 3, 9
Y		
X	JP 9-250435 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 22 September, 1997 (22.09.97), Page 1, left column, lines 8 to 12; page 8, left column, line 45 to page 9, right column, line 25 & JP 9-273468 A & JP 9-273437 A & JP 9-273436 A & EP 810362 A2 & JP 9-317522 A & US 5738074 A1 & US 5778857 A1	1, 2, 4-8, 10-12 3, 9
Y		

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
10 September, 2004 (10.09.04)

Date of mailing of the international search report  
28 September, 2004 (28.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010076

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-97996 A (Honda Motor Co., Ltd.), 05 April, 2002 (05.04.02), Full text; all drawings (Family: none)	3,9
A.	JP 11-125141 A (Isuzu Motors Ltd.), 11 May, 1999 (11.05.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> F02D45/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 7-42607 A (スズキ株式会社) 1995.02.10, 第4頁右欄第37行-第6頁右欄第26行 (ファミリーなし)	1, 2, 4-8, 10-12
Y		3, 9
X	J P 9-250435 A (ヤマハ発動機株式会社) 1997.09.22, 第1頁左欄第8-12行, 第8頁左欄第45行-第9頁右欄第25行 & J P 9-273468 A & J P 9-273437 A	1, 2, 4-8, 10-12
Y	& J P 9-273436 A & EP 810362 A2 & J P 9-317522 A & US 5738074 A1 & US 5778857 A1	3, 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.09.2004

国際調査報告の発送日

28.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関 義彦

3 G

9145

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 2 - 9 7 9 9 6 A (本田技研工業株式会社) 2002.04.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 9
A	J P. 1 1 - 1 2 5 1 4 1 A (いすゞ自動車株式会社) 1999.05.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**